

Sondaj Sempozyumu'96 , İzmir- 1996 , ISBN 975-395-178-7

## **Konili Matkapların Sınıflandırması ve Seçim Kriterleri**

### **The Classification of Roller Cone Bits and Selection Criteria**

S. Kahraman

*Ç.Ü. Mük-MimarlıkFak. Maden Müh. Böl., Balçalı/ADANA*

**ÖZET:** Konili matkapların sondaj endüstrisinde kullanımı oldukça eskiye dayanmaktadır. Hava soğutmalı türlerinin geliştirilmesiyle bu matkaplar açık işletmelerde geniş çaplı patlatma deliklerinin delinmesinde de kullanılmaya başlamış ve hızla yaygınlaşmıştır.

Bu çalışmada, konili matkaplar kısaca tanımlandıktan sonra 1992 IADC(Uluslararası Sondajcılar Birliği) Konili Matkap Sınıflandırması ve matkap seçim kriterleri sunulmuştur.

**ABSTRACT:** Roller cone bits have been used for a long time in drilling industry. After the development of air-cooled types, these bits have also started to be used for drilling large diameter blastholes in open pit mines and rapidly spread.

In this study, after the roller bits are briefly described, The 1992 IADC(International Association of Drilling Contractors) Roller Bit Classification System and bit selection criteria are presented.

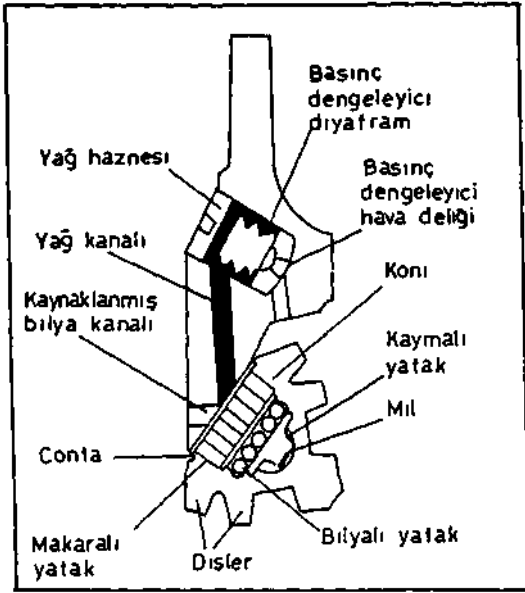
## **1.GİRİŞ**

İlk kez 1909 yılında H.R. Hughes firması tarafından kullanılan konili matkaplar 1946 yılına kadar yavaş gelişmiş, bu tarihten sonra ise hızlı bir gelişim sürecine girmişlerdir(Madigan and Caldwell, 1981; Bobo, 1968). 1951 yılına kadar çelik dişli matkaplar kullanılmış olup, bu yıl içinde sert formasyonlar için ilk TC (Tungsten Karbid) matkap geliştirilmiştir (Grimes and Felderhoff, 1992; Bobo, 1968).

## **2.KONİLİ MATKAPLARIN YAPISI**

Konili matkaplar gövde, koniler ve koni yatakları olmak üzere üç ana birimden oluşur. Şekil 1'de konili matkabın yapısı görülmektedir. Koni sayısı iki, üç , dört olabilir. Hatta özel amaçlı tek konili matkaplar da üretilmektedir. Fakat en yaygın üç konili olanlardır.

Gövde uçlarında koni milleri bulunan bulunan üç bacadan oluşur. Ni-Cr-Mo alaşımlı çelikten imal edilen bu bacaklar birbirine kaynaklanarak gövdeyi meydana getirirler (Moore, 1986).



Şekil 1. Konili Matkap Yapısı (Rabia, 1985).

Ni-Mo alaşımlı çelikten yapılan koniler bir mile geçirilmiş olup, matkap dönerken kendi eksenleri etrafında dönerler. Koniler üzerinde bulunan dişler ya sert çelikten , ya da TC'den imal edilirler. Farklı formasyonlar için çeşitli diş şekilleri vardır.

Koninin mil üzerine bağlanmasını, dönmesini ve yük taşımalarını sağlayan yataklar kaymalı, bilyalı ve makaralı olmak üzere üç adettir. Kaymalı yatak koninin tepesi ile milin uç kısmı arasındaki yatak olup, koninin merkezlenmesini sağlar. Bilyalı yatak , koniyi mile bağlayan yataktır. Koni mil üzerine oturtulup kaymalı yatakla merkezlendikten sonra geri çıkmaması için milin ortasındaki kanaldan bilyalar atılır. Makaralı yatak ise mil üzerindeki yuvalara yerleştirilen silindirik makaralardan oluşur ve matkaba gelen yükü üzerine alır.

Yatakların aşınmalarını önlemek ve ömürlerini uzatmak için yağlanmaları gerekir. Klasik

matkaplarda mil ortasına doldurulan gres yağı yağlama işini yapar. Fakat sondaj esnasında yataklara giren çamur yağın etkisini ortadan kaldırır. Klasik yağlama yöntemi günümüzde sadece yumuşak formasyonlar için imal edilen bazı çelik dişli matkaplarda kullanılmaktadır. 1970 yılında sızdırmaz yataklar geliştirilmiştir. Bu tür matkaplarda Şekil 1'de görüldüğü gibi yağ haznesi bulunmaktadır.

Diziden gelen çamurun kuyu tabanına geçmesi için matkabin ortasında veya çevresinde delikler vardır. Standart matkaplarda çamur çıkışı matkabin ortasındaki geniş bir delikten olur. Jet matkaplar denilen türde ise çamur, koniler arasındaki özel yuvalara yerleştirilen ve "Jet" adı verilen dar kesitli çelik parçaların içinden tabana geçer. Jetler değiştirilebilir özelliğe sahiptirler (Göktekin, 1983; Moore, 1986).

### 3.KONİLİ MATKAPLARIN SINIFLANDIRMASI

1992 IADC konili matkap sınıflandırmasında 4 karakter kullanılır. İlk üç karakter nümerik, 4. karakter ise alfabetiktir. Nümerik karakterler sırayla Seri, Tip ve Yatak/Gövde Koruması'nı, alfabetik karakter ise Diğer Özellikler'i tanımlamaktadır (Çizelge 1) (McGehee vd., 1992).

1.Karakter(Formasyon Serisi): 1'den 8'e kadar olup, genel formasyon özelliklerini tanımlar. İlk üçü çelik dişli matkaplar, geriye kalan dördü ise TC dişli matkaplar içindir. Seri numarası büyüdükçe formasyonun sertliği ve aşındırıcılığı artmaktadır.

2.Karakter(Formasyon Tipi): 1'de 4'e kadardır. Her seri kendi içinde dört sertlik derecesine

bölmüştür. Seri içinde 1 en yumuşak, 4 en sert formasyonu gösterir.

3.Karakter(Yatak/Gövde Koruması): l'de 7'ye kadar olup, yatak dizaynım ve gövde koruması olup olmadığı gösterir.

4.Karakter(Diğer Özellikler): 16 adet alfabetik harf kullanılır. Harflerin ne anlama geldikleri aşağıda açıklanmıştır:

A-Havalı Sondaj: Hava soğutmalı matkabı tanımlar.

B-Özel Sızdırmazlık Elemanı: Özel uygulama avantaj lan(yüksek dönme hızı gibi) sağlayan bir tür sızdırmazlık elemanım ifade eder.

C-Merkezi Jet: Hidrolik enerjinin matkap altında daha uniform dağılmasını sağlamak amacıyla bazı büyük çaplı matkaplarda kullanılır.

D-Sapma Kontrolü: Sondaj sapmasını minimuma indirmek için özel kesici yapı dizaynım gösterir.

E-Uzatılmış Jet: Özellikle yumuşak formasyon matkaplarında daha iyi delik dibi temizliği için kullanılırlar.

G-Yanak ve Gövde Koruması: Jeotermal ve yönlü sondaj için özel yatak ve gövde korumasını tanımlar.

H-Yatay ve Yönlü Sondaj: Özellikle yatay ve yönlü sondaj için dizayn edilmiş matkabı ifade eder.

J-Saptırma Jeti: Yumuşak formasyonlarda sondajı saptırmak için kullanılırlar.

L-Ek Gövde Koruması: Aşındırıcı formasyonlarda ve yönlü sondaj uygulamalarında kullanılacak matkaplar için ilave gövde korumasını gösterir.

M-Delik Dibi Motoru: Delik dibi motorları ile kullanılabilir özelliğe sahip matkap anlamına gelir.

S-Standart Çelik Dişli Matkap

T-İki Konili Matkap: Bazı durumlarda sapma kontrolü için kullanılırlar.

W-Yüzeyi Sertleştirilmiş Kesici Eleman.

X-Kesici Elemanların Çoğu Keski Şekilli TC Diş.

Y-Konik Şekilli TC Diş.

Z-Diğer Şekilli TC Diş

Burada bir kaç tane de sınıflandırma örneği verelim;

124E: Uzun jetli, sızdırmaz yataklı, çelik dişli bir yumuşak formasyon matkabını gösterir.

437X: Keski şekilli TC dişli, sızdırmaz-sürtünmeli yataklı ve gövde korumalı bir yumuşak formasyon matkabım tanımlar.

#### **4.KONİLİ MATKAPLARIN SEÇİM KRİTERLERİ**

Matkap seçimi yapılırken aşağıdaki faktörler gözönünde bulundurulmalıdır:

- Konilerin dizaynı
- Dişlerin dizaynı
- Çamur jetlerinin dizaynı
- Maliyet

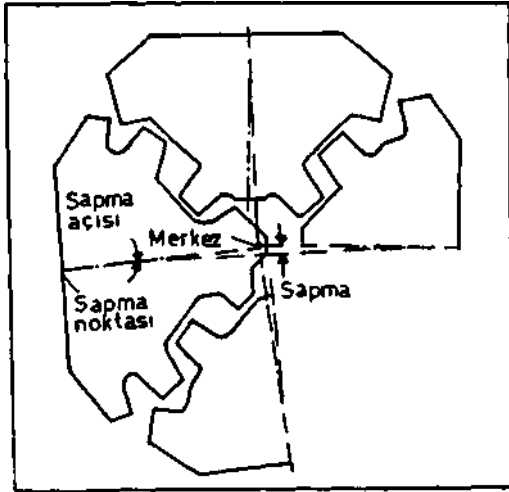
Çizelge 1.1992 IADC(Uluslararası Sondajcılar Birliği) Konili Matkap Snuflandırması(McGehee vd., 1992).

M A T K A P	FORMASYON	S E R İ	T İ P	MATKAP							DİĞER
				ÖZELLİKLERİ							
				1	2	3	4	5	6	7	
				Standart Rulmanlı Yatak	Hava Soğutmalı Rulmanlı Yatak	Rulmansız Yatak Yanak Korumalı	Sızdırmaz Rulmanlı Yatak	Sızdırmaz Rulmanlı Yatak Yanak Korumalı	Sızdırmaz Kaymalı Yatak	Sızdırmaz Kaymalı Yatak Yanak Korumalı	ÖZELLİKLER
Ç E L İ K D İ Ş L İ	Yumuşak Basınç Dayanımı Düşük Delmebilirlik Yüksek	1	1 2 3 4								A-Hava Soğutmalı B-Özel Sızdırmazlık Elemanı
K D İ Ş L İ	Orta-Orta Sert Basınç Dayanımı Yüksek	2	1 2 3 4								C-Merkezli Jet D-Sapma Kontrolü
T U N G S T K A R B İ D İ Ş L İ	Sert Yan Açındırıcı ve Açındırıcı	3	1 2 3 4								E-Uzun Jet G-Yanak ve Gövde Koruması
T U N G S T K A R B İ D İ Ş L İ	Yumuşak Basınç Dayanımı Düşük Delmebilirlik Yüksek	4	1 2 3 4								H-Yatay ve Yemli Sondaj J-Sapırma Jeti
T U N G S T K A R B İ D İ Ş L İ	Yumuşak-Orta Sert Basınç Dayanımı Düşük	5	1 2 3 4								L-Ek Gövde Koruması M-Delik Dibi Motor Uygulaması
T U N G S T K A R B İ D İ Ş L İ	Orta Sert Basınç Dayanımı Yüksek	6	1 2 3 4								S-Standard Çelik Dışı Matkap T-İki Konili Matkap
T U N G S T K A R B İ D İ Ş L İ	Sert Açındırıcı ve Yan Açındırıcı	7	1 2 3 4								W-Yüzey Serileştirilmiş Dış X <sub>3</sub> Yoğun TC Dış
T U N G S T K A R B İ D İ Ş L İ	Çok Sert Açındırıcı	8	1 2 3 4								Y-Konik TC Dış Z-Diğer Şekilli TC Dış

#### 4.1.Konilerin Dizaynı

Koni kuyu tabamna oturduğunda yüzeyin tabanla yaptığı açı önemlidir. Bu açı arttıkça uygulanacak döndürme momenti de artar. Sert kayalarda 1° den az alman açı, orta sert kayalarda 2°-3°, yumuşak kayalarda ise 7°-9°'ye kadar çikabilmektedir.

Pratik tecrübeler yumuşak kayaların kazıma etkisiyle kolaylıkla delinebildiğini göstermektedir. Koni üzerindeki belirli bir noktanın yapacağı iş, matkap merkezinden olan uzaklığa bağlıdır. Merkezde sıfır olan iş çevrede maksimumdur. Merkezdeki kayacın kolayca parçalanabilmesi için konilerden birinin ucu çıkıntılı yapılır ve koni eksenleri matkap ekseninden geçmeyecek biçimde saptırılır (Şekil 2).



Şekil 2. Matkaplarda Sapma(Rabia, 1985).

Sapma miktarı delinecek formasyonun basınç dayanımı ile ters orantılıdır. Yumuşak formasyonlarda sapma büyüktür. Kayaç sertliği

arttıkça sapma açısı azalmaktadır. Sert ve aşındırıcı kayalarda kullanılacak matkaplar ise sapsız yapılırlar. Çünkü, sert kayalarda kazımaya gerek duymadan kayaç, küçük parçacıkların kopması şeklinde parçalanmaktadır. Orta sert kayalar için sapma açısı 2°'ye kadar alınabilmektedir (Göktekin, 1983; Rabia, 1985).

#### 4.2.Dişlerin Dizaynı

Dişler sert çelikten ya da TC'den yapılırlar. Çelik dişli matkaplar genellikle yumuşak formasyonlarda kullanılırlar. Kayacın basınç dayanımına göre önerilen diş şekilleri Şekil 3'de görülmektedir.

Çelik Diş I	Uzun Konik TC Diş II	Kısa Yuvarlak TC Diş III	Küresel TC Diş IV
0 - 1400	1400 - 2100	2100 - 2860	>2860
Kayaç Basınç Dayanımı (kg/cm <sup>2</sup> )			

Şekil 3. Basınç Dayanımına Göre Önerilen Diş Şekilleri(Prailet, 1990).

Formasyonlara uygun diş şekilleri ve koni üzerindeki tasarımı şöyle açıklanabilir(Martin vd., 1982);

-Yumuşak formasyon: Uzun kama şekilli çelik diş veya uzun keski şekilli TC diş; diş aralıkları çok geniş.

-Orta yumuşak formasyon: Kısa kama şekilli çelik diş veya keski şekilli TC diş; diş aralıkları orta genişlikte.

-Orta sert formasyon: Konik ya da küresel TC diş; diş aralıkları oldukça kısa.

-Sert formasyon: Küresel TC diş; diş aralıkları çok kısa.

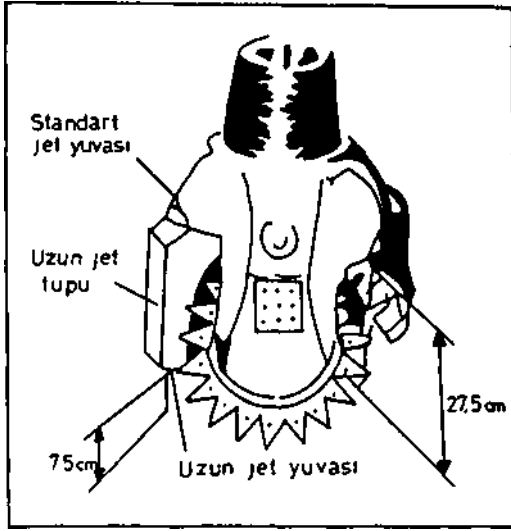
#### 4.3.Çamur Jetlerinin Dizaynı

Beş farklı jet dizaynından bahsedilebilir(Young and Durkee, 1990):

- İki standart jet
- Orta jet ile birlikte üç standart jet
- Orta jet ile birlikte iki uzun jet
- Orta jet ile birlikte üç uzun jet
- Orta jet ile birlikte iki uzun- eğimli jet

##### 4.3.1.Uzun jetler(Extended Nozzles)

Bu jetler Şekil 4' de görüldüğü gibi tabana çok yakın olacak şekilde uzatılmış türdendir. Taban temizliğinin yeterli olmadığı durumlarda kullanılırlar. Tabana olan mesafe kısaldığı için yüksek jet hızı elde edilir ve delik dibi kolay temizlenir(Delafon and Bannerman, 1989).

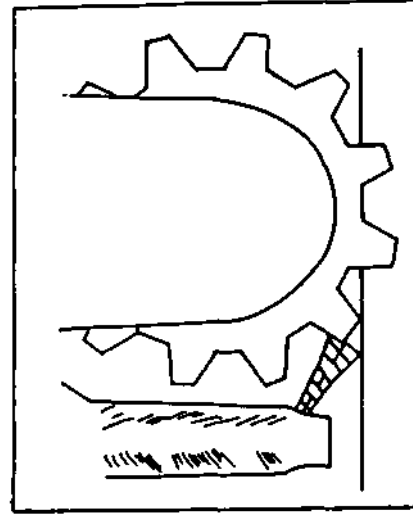


Şekil 4. Uzun Jetli Matkap (Delafon and Bannerman, 1989)

Laboratuar ve saha tecrübeleri göstermiştir ki, uzun jetler delik dibi temizlenme verimini artırmakta ve dolayısıyla delme hızı artmaktadır. Örneğin, delme hızlarında %72'ye varan artışlar görülmüştür. Ayrıca, matkap metrajında %150 kadar artış elde edilmiştir (Young and Durkee, 1990; Delafon and Bannerman, 1989).

##### 4.3.2.Uzun-Eğimli Jetler (Extended Slant Nozzles)

Oldukça yeni bir dizayn olan bu jetlerde çamur, 30° eğimle dişlerin kay açla temas ettiği yere püskürtülür(Şekil 5). Dişin kayaç ile temasından hemen önce yüzey temizlendiği için aşınmalar azalır ve diş ömrü artar. Delme hızlarında artış olduğu ve dolayısıyla maliyetin düştüğü saha tecrübelerinde görülmüştür(Moore, 1986; Young and Durkee, 1990).



Şekil 5. Uzun-Eğimli Jet (Young and Durkee, 1990).

#### 4.4.Maliyet

Delme maliyetinin çoğunu matkap performansı belirler. Matkap performansı ise önce matkap seçimine sonra da matkabın nasıl kullanıldığına bağlıdır. Örneğin, orta sert formasyon matkabı eğer sert formasyonda kullanılacak olursa dişleri kırılabilir veya dökülebilir; dolayısıyla maliyet artar. Delinecek formasyon tam olarak bilinemediği için uygun matkabı seçmek kolay değildir. Ancak, aym formasyonda veya benzer formasyonda yapılan daha önceki sondaj sonuçları ve metre basma maliyet hesabı matkap seçimine yardımcı olur. Tecrübeli personel böylece matkap performansını tahmin edebilir. Bu tahmine göre aşağıdaki bağıntıdan delme maliyeti bulunarak matkaplar karşılaştırılır (Moore, 1986).

$$C_d = \frac{O}{R} + \frac{1}{F_b}(B + T_n \times O) \quad (i)$$

Burada,

- $C_d$  = Delme maliyeti(\$/m)  
 $O$  = Makina çalışma maliyeti(\$/h)  
 $R$  = Delme hızı(m/h)  
 $F_b$  = Matkap metrajı(m)  
 $B$  = Matkap fiyatı(\$)  
 $T_n$  = Manevra süresi(h)

Çelik dişli ve TC dişli iki matkabın, tahmin edilen performans verilerine göre karşılaştırması

aşağıda verilmiştir.

Çelik dişli matkap için;  $O=300$ \$/h,  $R=2.6$ m/h,  $F_b=37$ m,  $B=750$ \$,  $T_n=6.5$ h ise,

$$C_d = \frac{300}{2.6} + \frac{1}{37}(750 + 6.5 \times 300) = 188.4 \text{ \$/m}$$

TC dişli matkap için;  $O=300$ \$/h,  $R=2.4$ m/h,  $F_b=354$ m,  $B=3500$ \$,  $T_n=6.5$ h ise,

$$C_d = \frac{300}{2.4} + \frac{1}{354}(3500 + 6.5 \times 300) = 140.4 \text{ \$/m}$$

Bu uygulamada çelik dişli yerine TC dişli matkap kullanıldığında  $188.4 - 140.4 = 48.0$ \$/m tasarruf sağlanmaktadır.

Aşağıda delme maliyeti hesabında kullanılan diğer bir bağıntı verilmiştir (Zaburunov, 1991; Wijk, 1991):

$$C = \frac{V}{M} + \frac{D}{P} \quad (2)$$

Burada,

- $C$  = Delme maliyeti(\$/m)  
 $V$  = Matkap fiyatı(\$)  
 $M$  = Matkap metrajı(m)  
 $D$  = Makina çalışma maliyeti(\$/h)  
 $P$  = Delme hızı(m/h)

(2) nolu bağıntıya da bir örnek verelim;

- $V = 5365$ \$  
 $M = 3000$ m  
 $D = 450$ \$/h  
 $P = 25$ m/h, ise

$$C = \frac{5365}{3000} + \frac{450}{25} = 19.788 \text{ \$/m}$$

Eğer delme hızı 27.5m/h olan 6169\$ fiyatında bir matkap kullanılırsa;

$$C = \frac{6169}{3000} + \frac{450}{27.5} = 18.420\$/m \text{ olacaktır.}$$

Görüldüğü gibi, delme hızı 2.5m/h daha fazla olan matkap kullanıldığında, matkap fiyatının artmasına karşılık delme maliyetini 1.368\$/m azaltmıştır.

Verilen örneklerden anlaşılacağı gibi, matkap seçiminin iyi yapılması delme maliyetinde önemli düşüşler sağlamaktadır.

## 5.SONUÇ

Daha önce bahsedildiği gibi delme maliyetini büyük oranda matkap performansı belirler. Matkap performansı da öncelikle formasyona uygun matkap seçimine bağlıdır. Mühendislik çalışmalarında amaç, bir işi en verimli şekilde minimum maliyetle yapmak olduğuna göre, delme maliyetini minimumda tutmada matkap seçiminin ne derece önemli olduğu anlaşılmaktadır.

## 6.KAYNAKLAR

- Bobo, R.A. 1968. Drilling-Three Decades Back One Ahead, JPT, July, pp.700-708.
- Delafon, H. and Bannerman, J. 1989. Extended Nozzles and Gauge Drilling are Keys to Bit Design in Alwyn 17<sup>1/2</sup>, The 1989 IADC/SPE Drilling Conf., Febr.28-March 2, New Orleans pp.114-126.
- Göktekin, A. 1983. Sondaj Tekniği, İTÜ Maden Fakültesi.
- Grimes, R.E.,Felderhoff, F.C. and Brown, H., 1992. Heavy Weight Rock Bits Increase Penetration Rates in Hard Rock, Oil&Gas J., May 18, pp. 76-79.

- Madigan, J.A. and Caldwell, R.H. 1981., Application for Polycrystalline Diamond Compact Bits from Analysis of Carbide Insert and Steel Tooth Bit Performance, JPT, July, pp.1171-1179.
- Martin, J.W., Martin, T.J., Bennet, T.P. and Martin, K.M. 1982. Surface Drilling Equipment, Colorado.
- McGehee, D.Y., Dahlem, J.S., Gieck, J.C., Kost, B., Lafuze, D., Reinsvold, C.H. and Steinkee, S.C. 1992. The IADC Roller Bit Classification System, 1992 IADC/SPE Drilling Conf., Febr. 18-21, New Orleans, pp.801-818.
- Moore, P.L. 1986. Drilling Practices Manuel, Second Edition, Oklahoma.
- Praillet, R. 1990. Blasthole Drilling-Rotary Drilling and The Four Kingdoms, WME, Sept., pp.20-22.
- Rabia, H. 1985. Oil Well Drilling Engineering, London.
- Wijk, G. 1991. Rotary Drilling Prediction, Int. J. Rock Mech. Min. Sci.&Geomech. Abstr., V.28, No.1, pp.35-42.
- Young, T.L. and Durkee, D.L. 1990. The Effect of Extended Nozzles and Crossflow Hydraulics with 17<sup>1/2</sup> in. In Northern Germany, The 1990 IADC/SPE Drilling Conf., Febr.27-March 2, Houston, Texas, pp.67-75.
- Zaburunov, S.A. 1991. Production Drilling Technologies, E&MJ, Febr., pp.29-36.